

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Martin Nelis

**Kümnekordse Ironman triatloni läbimise mõju sportlase keha
koostisele, vere biokeemilistele parameetritele, aeroobsele
töövõimele ja südame löögisagedusele – üksikjuhtumi uuring**
**Impact of Deca Iron Triathlon on the body composition, blood biochemical parameters,
aerobic capacity and heart rate – a case study**

Magistritöö

kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad:
PhD M. Mooses
MSc S. Suvi

Tartu, 2019

SISUKORD

| | |
|---|----|
| KASUTATUD LÜHENDID | 3 |
| LÜHIÜLEVAADE | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE | 6 |
| 1.1 Ultraspordi ajalugu | 6 |
| 1.2 Ultrasportlase karakteristikud | 6 |
| 1.3 Tulemust mõjutavad faktorid | 7 |
| 1.3.1 Treenitus..... | 7 |
| 1.3.2 Toitumine | 8 |
| 1.3.3 Energiadefitsiit | 8 |
| 1.3.4 Vedelikutasakaal..... | 9 |
| 1.3.5 Psühholoogia | 10 |
| 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED | 11 |
| 3. METOODIKA | 12 |
| 3.1 Vaatlusalune | 12 |
| 3.2 Uuringu üldine korraldus | 12 |
| 3.3 VO ₂ peak määramine..... | 13 |
| 3.4 Keha koostise määramine | 13 |
| 3.5 Organismi vedelikutasakaalu hindamine | 13 |
| 3.6 Saadud ja kulutatud energia | 14 |
| 3.7 Südame löögisageduse registreerimine | 14 |
| 3.8 Kapillaarvere analüüsid | 14 |
| 3.9 Vaatlusaluse poolt tajutud pingutuse hindamine ja uneaja fikseerimine | 15 |
| 4. TULEMUSED | 16 |
| 4.1 Töövõime | 16 |
| 4.2 Keha koostis | 17 |
| 4.3 Kehamass ja veestaatus..... | 17 |
| 4.4 Energiatasakaal..... | 19 |
| 4.5 Südame löögisageduse dünaamika | 20 |
| 4.6 Vere parameetrid – laktaat ja glükoos | 21 |
| 4.7 Vaatlusaluse poolt tajutud pingutus ja uneaeg | 22 |
| 5. ARUTELU..... | 23 |
| 6. JÄRELDUSED | 26 |
| KASUTATUD KIRJANDUS..... | 27 |

KASUTATUD LÜHENDID

KMI – kehamassi indeks

RMR – ainevahetuse põhikäive

SLS – südame löögisagedus

USG – uriini tihedus

VE – minuti ventilatsioon

VO₂peak – tipp hapnikutarbimine

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Magistritöö eesmärgiks oli hinnata kümnekordse Ironman triatloni distantssi läbimise mõju sportlase keha koostisele, aeroobsele töövõimele, vere biokeemilistele parameetritele ning südame löögisagedusele.

Metoodika: Uuringus osales üks rahvusvahelise tasemega kogenud ultratriatleet (vanus 33 a, pikkus 177 cm, kehamass 74,1 kg), kellel oli 5 aastane ultratreeningu- ja -võistluskogemus. Sportlase ettevalmistusse uurimisgrupp ei sekkunud ning sooritust omalt poolt millegagi ei mõjutatud. Vaatlusalust jälgiti rahvusvahelisel ultratriatloni maailmakarikaetapi võistlusel (*IUTA World Cup Race*) Šveitsis. Selle võistluse käigus läbis sportlane iga päev 10 päeva järjest ühe täispika triatloni (3,8 km ujudes, 180 km jalgrattaga sõites ja 42,2 km joostes). Sportlase parameetreid mõõdeti võistluseks valmistumisel, selle ajal ja järgselt. VO_2 peak test ning keha koostis määrati 6 päeva enne ning 7 päeva pärast võistlust. Iga võistluspäeva hommikul andis sportlane uriiniproovi, seejärel vaatlusalune kaaluti ning võistluspäeva teine kaalumine teostati võistlusjärgselt. Joomine ja söömine võistluse ajal oli lubatud vastavalt sportlase enda äranägemisele *ad libitum*. Võistluse ajal registreeriti südame löögisagedus ning iga distantssi (ujumine, jalgrattasõit, jooks) läbimiseks kulunud aeg. Iga päev enne starti ja koheselt pärast päevase etapi lõppu võeti sportlaselt kapillaarvereproov, millest määrati laktaadi ja glükoosi kontsentratsioon ning küsiti hinnangut tajutud pingutuse raskusastmele.

Tulemused: Kümnapäevase ultratriatloni koondajaks kujunes 108:48:53, mis andis kokkuvõttes teise koha. Vaatlusalusel kulus ühe Ironman triatloni läbimiseks keskmiselt 10:47:27 sek. Võistlusjärgselt oli suurenenud sportlase VO_2 peak väärtus $6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ning kehamass tõusnud 0,7 kg, kuid rasva mass vähenenud 0,6 kg. Võistluspäeval tarbis uuritav kokku ligikaudu 125 liitrit vedelikke ning 90000 kcal energiat. Keskmine ja maksimaalne südame löögisagedus oli kõige kõrgem ujumise ajal võrreldes jalgrattasõidu ja jooksmisega. Laktaadi kontsentratsioon enne ja pärast igat võistluspäeva varieerus vahemikus 0,6–3,3 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ning glükoos 4,9–7,7 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Subjektiivne hinnang tajutud pingutusele tõusis kuni viienda võistluspäevani, misjärel muutus pingutuse tajumine kõikumamaks.

Kokkuvõte: Kümnekordse Ironman triatloni distantssi läbimine mõjutab sportlase keha koostist, aeroobset töövõimet, laktaadi ja glükoosi kontsentratsiooni ning südame löögisagedust.

Märksõnad: ultratriatlon, aeroobne töövõime, keha koostis, südame löögisagedus.

ABSTRACT

Aim: The aim of the Master's thesis was to assess the impact of Deca Iron Triathlon on body composition, blood biochemical parameters, aerobic capacity and heart rate of an athlete.

Methods: The study included 1 internationally experienced triathlete (age 33 years, height 177 cm, bodymass 74.1 kg) with 5 years of ultra-training and competition experience. The research group did not interfere with the athlete's training nor influence the performance in any way. The athlete was observed during a 10-day Deca ultra-triathlon world cup competition in Switzerland. During the competition, the athlete finished a full Ironman (3.8 km of swimming, 180 km of cycling, and 42.2 km of running) every day for 10 consecutive days. The parameters were measured in three phases: preparing for, during, and after the competition. VO_2peak tests and body composition parameters were taken 6 days before and 7 days after the competition. Every morning during the 10-day competition participant donated a urine sample, after what body mass was measured and the second weighing was done after the competition day. During the competition drinking and eating was allowed *ad libitum*. Heart rate and the time taken to pass every distance (swimming, cycling, running) were recorded. Capillary blood samples were collected and ratings of overall perception of exertion were recorded every day before and after the competition. In these blood samples lactate and glucose concentration was measured.

Results: The overall time for the 10-day ultra-triathlon was 108:48:53. It took the athlete 10:47:27 on average to finish one Ironman distance. The VO_2peak value had increased $6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ and body mass had increased by 0.7 kg after the competition, but fat mass had decreased by 0.6 kg. During the competition, the subject consumed *ca* 125 litres of liquids and *ca* 90000 kcal of energy. Average and maximum heart rate was the highest during swimming compared to cycling and running. Lactate and glucose concentrations varied between $0.6\text{--}3.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ and $4.9\text{--}7.7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively. Ratings of overall perception of exertion increased until day 5, thereafter the ratings became more unstable.

Conclusion: 10-day Deca Iron Triathlon has an impact on body composition, blood biochemical parameters, aerobic capacity and heart rate of an athlete.

Keywords: ultra-triathlon, aerobic capacity, body composition, heart rate.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Ultraspordi ajalugu

Ultravastupidavusaladeks loetakse spordialasid, mille võistlusdistsantsi läbimiseks kulub enam kui 6 tundi (Zaryski ja Smith, 2005). Seega täispikk Ironman triatlon, mille läbimiseks kulub kiirematel ligikaudu 8 tundi, kuulub ultravastupidavusalade hulka. Ultraspordi algusajaks võib pidada 1978. aasta 18. veebruari, mil 15 spordientusiasti alustasid Hawaiil esimese täispika triatlonivõistlusega. Ettevõtmine kätkes endas 3,8 km ujumist, 180 km rattasõitu ning 42,2 km jooksmist. Säärase võistluse eesmärk oli välja selgitada parim vastupidavussportlane (Knechtle *et al.*, 2015). Sealt edasi on spordiala areng toimunud väga kiiresti. Juba 1985. aastal sooritati esimest korda kahekordne Ironman triatlon (7,6 km ujudes, 360 km rattal, 84,4 km joostes) ning 1988. aastal kolmekordne Ironman triatlon (11,4 km ujudes, 540 km rattal, 126,6 km joostes). Aastatega on läbitavad distantsid kordades suurenenud ning 1998. aastal toimus esimest korda kahekümnekordne Ironman triatlon (76 km ujudes, 3600 km rattal, 844 km joostes) (Lepers *et al.*, 2012). Üsna hiljuti, 2013. aastal, leidis aset kolmekümnekordne Ironman võistlus, millest võttis osa 22 sportlast. Tegemist oli päevases formaadis võistlusega, mille käigus triatleedid pidid läbima 30 päeva jooksul iga päev ühe täispika Ironman distantsi. Igale võistluspäevale järgnes taastumisaeg, mis kestis üle öö kuni järgmise võistluspäeva hommikul antava stardini. (Knechtle *et al.*, 2014).

1.2 Ultrasportlase karakteristikud

Ultravastupidavusalade kasvav populaarsus on kohati üllatav, kuna nende läbimine nõuab sportlaselt äärmuslikku kehalist- ja psühholoogilist valmisolekut (Lepers *et al.*, 2012). Ultradistsantside raskust tõestab näiteks asjaolu, et kümnekordse Ironman triatloni suudavad lõpuni teha vähem kui 50% alustajatest (Knechtle *et al.*, 2008). Ultra-alade puhul näib olulise tähtsusega olevat varasem kogemus pikemate distantside läbimise näol (Gilinsky *et al.*, 2014; Herbst *et al.*, 2011).

Edukaks triatleediks võib pidada sportlast, kes on võimeline sooritama iga Ironman distsipliini optimaalse tempoga nii, et ei tekiks väsimust, mis takistaks järgmise ala sooritamist (Dengel *et al.*, 1989). Tipp-triatleetide füsioloogilised karakteristikud sarnanevad suuresti jalgratturite omadega. Maksimaalne hapnikutarbimise võime (VO_2max), mis peegeldab aeroobset töövõimet, võiks eliiti kuuluval triatleedil jääda vahemikku $39\text{--}49 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ ujumisel, $57\text{--}61 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ veloergomeetril ning $61\text{--}85 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ jooksulindil (Laursen ja Rhodes, 2001). Uuringud on näidanud, et triatleetide aeroobne võimekus on väga oluline

faktor, et säilitada kõrge intensiivsus, seda eriti triatloni lõpuosas (Zhou *et al.*, 1997; Dengel *et al.*, 1989). Coyle'i (1995) arvates on triatleedi võime treenida kindlal submaksimaalsel koormusel võimalikult madala hapnikutarbimisega kõige olulisem tegur edu saavutamiseks triatlonis. Viimased uuringud on näidanud erinevate riikide sportlaste osaluse ja soorituse erinevusi kahekordsel Ironman triatlonil (Lepers *et al.*, 2011), kolmekordsel Ironman triatlonil (Jeffery *et al.*, 2012) ja kümnekordsel- ning kahekümnekordsel Ironman triatlonil (Lepers *et al.*, 2012). Võttes arvesse riike, kust tulevad peamiselt osalejad Ironman distantsidele alates kahekordsest- kuni kahekümnekordse võistluseni, ilmneb, et suurim hulk osalejaid on Euroopast – Prantsusmaalt, Suurbritanniast, Austriast, Itaaliast ja Šveitsist. Üsna paljud ultrasportlased on pärit ka USA'st ning Kanadast (Lepers *et al.*, 2011; Jeffery *et al.*, 2012). Euroopa triatleedid on näidanud paremaid lõpuaegu ning ka vaheaegu erinevatel distsipliinidel võrreldes Põhja-Ameerika sportlastega (Rüst *et al.*, 2012).

1.3 Tulemust mõjutavad faktorid

1.3.1 Treenitus

Uuringutest tuleb välja, et sportlaste kehaline töövõime kümnekordse Ironman triatloni võistluspäeva jooksul langeb iga päevaga (Herbst *et al.*, 2011; Knechtle *et al.*, 2008). Seega, kõige kiirem sooritus tehakse enamasti esimesel ja kõige aeglasem viimasel võistluspäeval. Selleks, et töövõime langus oleks võimalikult väike, peab sportlase treenitus olema väga hea.

Ultravastupidavusala tulemust mõjutavad mitmed tegurid. Edukas sooritus ultra-alal sõltub ettevalmistusest treeningutel, toitumisvajaduste rahuldamisest, vigastuste vältimisest ning ületreeningust hoidumisest. Oma olemuselt ultravastupidavusosalade treening ei erine tavapärase vastupidavustreeningu printsiipidest. Peab lähtuma põhimõttest, et keha tuleb koormata treeningutega järjepidevalt stimuleerimaks kohanemist nii, et igal järgneval treeningul saavutatakse kas kõrgem intensiivsus või treenitakse pikema ajaühiku vältel. Edukat ultrasportlast iseloomustab võime säilitada suuremat absoluutset kiirust etteantud distantsi läbimise vältel võrreldes teiste sportlastega (Zaryski ja Smith, 2005). Treening on üha enam muutunud tasakaaluks tipptulemuse saavutamise ja ületreeningu negatiivsete mõjude vältimise vahel. Optimaalsest tasemest madalamad treeningmahud ei võimalda soovitud adapteerumist, kuid treeningmaht üle optimaalse taseme võib põhjustada ületreeningu. Raske treening võib olla nii edu kui ka ebaõnnestumise valemiks (Kenttä ja Hassmén, 1998).

Triatleet peab valima optimaalse kiiruse, et erinevaid distantse läbida. Näiteks võtab 3,8 km ujumine tippklassi triatleetidel aega umbes 60 minutit, kuid see moodustab hinnanguliselt vaid 10% kogu võistlusdistanti läbimise ajast (Dengel *et al.*, 1989). Seega

tiptulemuse sooritamise nimel on järgmise kahe ala, rattasõidu ning jooksu, läbimise kiirus määrava tähtsusega. Erinevatel põhjustel võib triatleet rattadistantsi läbimist alustada liiga optimistlikult ning seetõttu ei pruugi saavutada soovitud tulemust. Lisaks on Laursen ja Rhodes (2001) võimalike ebaõnnestumiste põhjustena välja toonud ärevuse võistluspäeva ees ning liigse enesekindluse, mis tuleneb eelnevatest hästi läinud treeningutest ja välja puhanud organismist.

1.3.2 Toitumine

Ultravastupidavusaladega kaasneb väga suur energiakulu ning sooritusvõime säilitamine sõltub piisavast organismi varustatusest metaboolse kütusega (Kreider, 1991). Intensiivset kehalist tööd on võimalik sooritada pika aja vältel tingimusel, et on tagatud organismis piisav glükogeenivaru. Süsivesikud on peamised energiaallikad, mida tarbida intensiivse kehalise töö ajal säilitamiseks stabiilset vere glükoositaset ning pidurdamaks glükogeenivarude ammendumist (Laursen ja Rhodes, 2001).

Ultravastupidavusala sportlane peab pidevalt jälgima, et toidu ja joogiga saadud energia ning kehalisel tegevusel kulutatud energia oleksid tasakaalus. Kuigi süsivesikud on kõige olulisemad energiaallikad ultravastupidavusaladel, on siiski tähtis roll ka rasvadel. Madala intensiivsusega pikaajalisel treeningul või võistlusel on rasvadel oluline energeetiline roll (Horowitz ja Klein, 2000). Kuna süsivesikute varud organismis on piiratud, muutuvad rasvad üha olulisemaks energiaallikaks ultra-alade lõpuosas (Kreider, 1991).

Valkude olulisust ultrasportlaste toitumises ei ole väga palju uuritud, kuid teatakse, et organismi valgu vajadust mõjutab oluliselt kehalise koormuse intensiivsus ja kestvus (Laursen ja Rhodes, 2001). Valkude olulisus energia kogutarbimisse tuleneb negatiivsest energiabilansist. Kreider (1991) on välja toonud, et negatiivset energiabilanssi ultrasportlase lisaks kestvale kehalisele pingutusele, võib põhjustada ka võistlusaegne vähene söögiisu, glükogeenivarude ammendumine, sobimatu toiduvalik ning raskused piisava kaloraazi tarbimisel. Seega, kui glükogeeni varud organismis ammenduvad, suureneb valkude osakaal energiavajaduste rahuldamiseks (Lindeman ja Hecker, 1992).

1.3.3 Energiadefitsiit

Ajaliselt väga kaua kestvate vastupidavusalade puhul võetakse energeetilisel otstarbel kasutusele rasvavarud nahaalusest rasvkoest (Krogh ja Lindhard, 1920). Seetõttu ilmneb pikaajalise pingutuse järgselt tavaliselt rasvamassi vähenemine, kuid lihasmass enamasti ei muutu (Bircher *et al.*, 2006). Ultravastupidavusalade puhul on välja toodud, et sportlastel

ilmneb tohutu energia puudujääk (Bircher *et al.*, 2006; Knechtle *et al.*, 2005). Maailma kõige karmimal maanteeaaturite jõuproovil, *Race across America*, mille vältel sportlased sõidavad umbes 5000 km ehk Vaikse Ookeani rannikult Atlandi Ookeani rannikuni 8–10 päevaga, leiti, et finišeerinud rattur, keda uurijad jälgisid, kaotas 5 kg kehamassist ning energia puudujääk võistluse lõpuks oli 83 526 kcal. Keskmise ööpäevane energia puudujääk oli veidi enam kui 8000 kcal (Knechtle *et al.*, 2005). Ühe Ironman triatloni ajal on triatleedid võimelised kulutama rohkem kui 9500 kcal ja tarbima veidi enam kui 3600 kcal. Mistõttu energia puudujääk võib ulatuda 5900 kcal või rohkemgi (Kimber *et al.*, 2002). Kuna pidev kehamassi langus ja süvenev energiadefitsiit mitmepäevastel võistlustel on kaks olulist faktorit, mis potentsiaalselt limiteerivad kehalist töövõimet (Herbst *et al.*, 2011; Knechtle *et al.*, 2008) tuleks sportlastel hoolikalt jälgida toidu ja joogi tarbimist kogu võistluse vältel.

1.3.4 Vedelikutasakaal

Üheks keerukaks aspektiks ultra-alade läbimisel on organismi vedelikutasakaalu säilitamine. Koormuste mahu, intensiivsuse ja keskkonna faktorite koostoimel intensiivistub higieritus, mistõttu võib sportlase organismi dehüdratsiooni (veekaotus) tase võistlustel olla küllaltki ulatuslik. Sõltuvalt ümbritseva keskkonna temperatuurist ja treeningu intensiivsusest, võib ultrasportlase higieritus ulatuda 1-2 liitrit tunnis (Brouns *et al.*, 1989; Rehrer, 2001). Olukorra vältimiseks peaksid vastupidavusalade sportlased võistluse ja ka treeningu ajal tarbima piisavalt vedelikke, et minimeerida dehüdratsiooni kahjulikku mõju (Kreider, 1991), sest teadaolevalt on dehüdratsioon kõige levinum meditsiiniline komplikatsioon ultra-aladel (Dallam *et al.*, 2005). Kahjuks on vajaminevad vedelikukogused sageli nii suured, et sportlased ei suuda puudujääki täielikult kompenseerida. Intensiivse või kauakestva treeningu korral võib higieritus märgatavalt vähendada kogu keha veevarusid, mistõttu vähenevad nii vereplasma maht kui ka südame löögimaht, mis omakorda kutsub esile südame löögisageduse tõusu (Hamilton *et al.*, 1991).

Vedeliku ületarbimine ning sobimatu vedeliku koostis võivad samuti probleeme esile kutsuda. Liigne vedelikutarbimine või vähese naatriumisisaldusega jookide joomine pikaajalise treeningu või võistluse ajal võib sooritusvõimet oluliselt pärssida ja viia lausa hüponatreemia seisundini (Rehrer, 2001). Juhul kui vedelikutarbimine treeningu ajal on ebapiisav, tuleb tähelepanu pöörata taastumisperioodile. Oluline on jälgida, et taastumisajal saaks organism lisaks veele ka piisavas koguses naatriumi, kuna see vähendab uriini eritumist ja suurendab vedelikutasakaalu taastumise kiirust (Rehrer, 2001).

1.3.5 Psühholoogia

Osaledes ultravastupidavusaladel, on sportlastel erinevad eesmärgid. Ultra-ala läbimisega kaasnev õnnetunne kaalub üle treeningutel kogetavad raskused. Eesmärgi seadmine on kriitilise tähtsusega, kuna see määrab kindlaks võrdluspunkti, mis on piiriks edu ja ebaõnnestumise vahel. Sportlased panustavad ja ohverdavad väga palju läbi treeningu, et vältida katkestamist või ajalise eesmärgi mitte saavutamist. Eesmärgil põhinev rahulolu on väga oluline (Maxcy et al., 2019) ja ultrasportlasi motiveeriv jõud. Näiteks triatleet, kelle eesmärgiks on seatud oma vanuseklassi võit, ei saa rahuldust väga heast lõppajast ja teisest kohast, vaid tema jaoks on õnnestumine ainult vanuseklassi võit. Samas kui vähem konkurentsivõimeline sportlane, kelle eesmärk on lihtsalt lõpetada, võib tunda sarnase aja üle suurt rõõmu (Garland, 1984). Maxcy, Wicker ja Prinz (2019) on öelnud, et sagedased mõtted loobumisest ja vaimne kurnatus võistluste ning treeningu ajal mõjuvad negatiivselt õnnetundele, kuid rahulolu võistlustulemusega, mis peegeldab isiklikke eesmärke, on märkimisväärse positiivse mõjuga õnnetundele.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva üksikjuhtumi uuringu peamiseks eesmärgiks oli hinnata kümnekordse Ironman triatloni distantssi läbimise mõju sportlase keha koostisele, aeroobsele töövõimele, vere biokeemilistele parameetritele ja südame löögisagedusele.

Eesmärgi saavutamiseks seati uurimistööle järgmised ülesanded:

1. Määrata vaatlusaluse VO_2 peak enne ja pärast kümnekordse Ironman triatloni läbimist.
2. Teostada keha koostise määramine enne ja pärast Deca Ironman võistlust.
3. Hinnata organismi veestaatust ja energiatasakaalu kümnekordse Ironman võistluse läbimisel.
4. Hinnata muutuseid südame löögisageduses võistluspäevade vahel.
5. Määrata laktaadi ja glükoosi kontsentratsiooni kapillaarveres enne ja pärast täispika triatloni lõpetamist kümnel järjestikusel päeval.
6. Registreerida vaatlusaluse subjektiivsete hinnangud tema poolt tajutud pingutusele.

3. METOODIKA

3.1 Vaatlusalune

Uuringus osales vabatahtlikkuse alusel üks rahvusvahelise tasemega kogenud ultratriatleet (Tabel 1), kelle enda soovil antud uuring teostati. Sportlasel oli 5 aastane ultravastupidavustreeningu ning –võistlus kogemus. Triatleedi 2016. aasta treeningmaht oli kokku 1040 h ja ühe nädala keskmine 21 h. Aastase treeningaja sisse mahtus 869 km ujumist, 12 211 km jalgrattasõitu ning 4007 km jooksmist.

Tabel 1. Vaatlusaluse peamised näitajad 6 päeva enne võistlust

| Parameeter | |
|--|------|
| Vanus (a) | 33 |
| Pikkus (cm) | 177 |
| Kehamass (kg) | 74,1 |
| VO ₂ peak (ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹) | 62 |
| VO ₂ peak (l·min ⁻¹) | 4,7 |
| Rasvaprotsent (%) | 13,7 |
| KMI (kg·m ⁻²) | 24 |

VO₂peak – tipp hapnikutarbimine; KMI – kehamassi indeks

Antud uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli Inimuuringu Eetika Komiteega (259/T-13). Osalejale anti põhjalik ülevaade uuringu protokollist, mille järel sportlane allkirjastas nõusolekuvormi. Sportlase ettevalmistusse uurimisgrupp ei sekkunud ning sooritust omalt poolt millegagi ei mõjutatud. Uurimisgrupi ülesanneteks oli kindlate füsioloogiliste ja biokeemiliste parameetrite mõõtmine, kogutud andmete analüüsimine ning analüüsi tulemustele tuginedes äärmuslike kehaliste koormuste mõju hindamine kõrge vastupidavusliku treenitusega sportlase organismile. Käesoleva töö autori panus uuringusse seisnes põhiliselt andmete töötleses ning järelduste tegemises.

3.2 Uuringu üldine korraldus

Eesti parim ultratriatleet osales 2016. aastal toimunud rahvusvahelisel ultratriatloni maailmakarikaetapi võistlusel (*IUTA World Cup Race*) Šveitsis ajavahemikus 24. augustist kuni 2. septembrini. Selle võistluse käigus läbis sportlane 10 järjestikuse päeva jooksul iga päev täispika triatloni (3,8 km ujumist, 180 km jalgrattasõitu ja 42,2 km jooksmist). Ujumine toimus 50 m basseinis, jalgrattasõit 12 km asfaldiringil ja jooksmine 2 km ringil. Sportlase

parameetreid mõõdeti enne võistlust, selle ajal ja pärast võistlust. Töövõime muutuste hindamiseks teostati VO_2peak test 6 päeva enne- ning 7 päeva pärast võistlust. Keha koostis määrati samuti 6 päeva enne- ja 7 päeva pärast võistluse lõpetamist.

Iga võistluspäeva hommikul kohe pärast ärkamist andis sportlane uriiniproovi, misjärel ta kaaluti. Võistluspäeva teine kaalumine teostati võistlusjärgselt. Joomine ja söömine võistluse ajal oli lubatud *ad libitum*. Võistluse ajal registreeriti südame löögisagedus (SLS), iga distantssi (ujumine, jalgrattasõit, jooks) läbimiseks kulunud aeg ja keskmine kiirus. Iga päev enne starti ja koheselt pärast päevase etapi lõppu võeti sportlase kapillaarvereproov ning küsiti hinnangut tajutud pingutuse raskusastmele.

3.3 VO_2peak määramine

Vaatlusaluse VO_2peak määramiseks kasutati astmeliselt tõusvate koormustega testi (Desbrow *et al.*, 2013) veloergomeetril Cyclus 2 (RBM Elektronik-Automation GmbH, Leipzig, Saksamaa). Töövõime hindamise test viidi läbi normaalsetes keskkonnatingimustes (õhu temperatuur 21–22 °C, õhu suhteline niiskus 50–51%). Cyclus 2 võimaldas kasutada uuritava enda rattaraami, mis võimaldas testi sooritada treeningutel ja võistlustel kasutatavas varustuses ning rattasõidu positsioonis. Testi alguses istus uuritav rattal 3 minutit rahulikult, et registreerida puhkeoleku gaasivahetuse näitajad. Testi esimeseks koormusastmeks oli 100W, mida suurendati iga 2,5 minuti järel 50W võrra kuni kurnatuseni. Selgete väsimusmärkide ilmnemisel innustati uuritavat verbaalselt, et pingutus oleks maksimaalne. Gaasivahetuse parameetrid (VO_2 – hapnikutarbimine ja VCO_2 – süsihappegaasi eritumine organismist) mõõdeti jooksvalt kasutades MasterScreen CPX (Viasys Healthcare GmbH, Saksamaa) süsteemi, mis kalibreeriti enne testi vastavalt tootja juhiste. VO_2peak defineeriti kui testi kõrgeim keskmine VO_2 väärtus 30 sekundi jooksul.

3.4 Keha koostise määramine

Uuritava keha koostis mõõdeti DEXA meetodil (Hologic QDR Discovery, HologicInc, Bedford, USA) 6 päeva enne võistlust ning 7 päeva pärast võistlust.

3.5 Organismi vedelikutasakaalu hindamine

Vaatlusaluse organismi veestaatus hinnati uriini tiheduse (USG) alusel, mis määrati iga võistluspäeva hommikul antud uriiniproovist. USG mõõtmiseks kasutati digitaalset refraktomeetrit (PDX-CL, VeeGee Scientific Inc., USA). Sportlase veestaatusele hinnangu andmisel lähtuti *National Collegiate Athletic Association (NCAA)* kriteeriumitele, mille

kohaselt sportlased, kelle USG jääb alla 1,020 loetakse normaalses veestaatuses olevaks ning $USG > 1,020$ näitab dehüdratsiooni (National Collegiate Athletic Association, 1999). Võistlusega kaasnevat vedelikukaotust hinnati uuritava kehamassi muutuse alusel, võttes arvesse tarbitud söögi ja joogi koguseid. Selleks kaaluti sportlast (kaal Salter 144SVBKDR, Salter Housware Ltd., UK) igal hommikul enne võistlust ja igal õhtul pärast võistlust.

3.6 Saadud ja kulutatud energia

Joomine ja söömine kümne võistluspäeva ajal toimus sportlase enda äranägemise järgi *ad libitum*, kuid kõik tarbitud kogused kaaluti toidukaaluga Soehnle (Nassau, Saksamaa) ja registreeriti 1 g täpsusega. Võistlus- ja taastumisperioodil fikseeritud joogi ja söögi andmeid analüüsiti Tervise Arengu Instituudi tarkvara Nutridata abil (<http://tap.nutridata.ee>; Tallinn, Eesti).

Uuritava ainevahetuse põhikäive (RMR) määramiseks tuli uuritav laborisse hommikul kell 8.00 ilma söömata ja joomata ning tugevast treeningust oli möödas vähemalt 12 tundi. Uuritav lamas seejärel 20 minutit (ruumi temperatuur 24°C) rahulikult, millele järgnes metaboolsete näitajate mõõtmine 10 minuti vältel (Compher *et al.*, 2006) Metamax 3B (Cortex Biophysic GmbH, Leipzig, Saksamaa) seadmega. RMR väärtuse arvutamiseks kasutati mõõdetud ajaperioodi viimase 5 minuti andmeid.

3.7 Südame löögisageduse registreerimine

Võistluse iga etapi läbimise ajal registreeriti sportlase keskmine ja maksimaalne südamelöögisagedus (SLS). Sportlase SLS registreeriti seadmega Polar®RS800CX (Polar Electro Oy, Soome). Andmed salvestati ning analüüsiti Polar ProTrainer 5 (Polar Electro Oy, Soome) tarkvara abil.

3.8 Kapillaarvere analüüsid

Kapillaarvere proovide jaoks võeti sõrmeotsast verd enne ja pärast igat võistluspäeva, millest määrati laktaadi ja glükoosi kontsentratsioon. Laktaadi kontsentratsiooni määramiseks kasutati ensümaatilise amperomeetrilist meetodit seadmega Biosen C-Line (SKF Diagnostics, SensLab GmbH Leipzig, Saksamaa). Glükoosi kontsentratsioon määrati Abbott Freestyle Optium glükomeetriga (Abbott Laboratories Limited, Inglismaa).

3.9 Vaatlusaluse poolt tajutud pingutuse hindamine ja uneaja fikseerimine

Vaatlusaluse subjektiivseid hinnanguid tema poolt tajutud pingutusele küsiti igal hommikul enne võistlust ja koheselt pärast võistlust. Pingutust hinnati vastavalt Borg'i skaalale (Borg, 1998). Taastumisajal fikseeris vaatlusalune enda ööune pikkuse 30 minutilise täpsusega vaadates kella enne magamaheitmist ja koheselt pärast ärkamist, võttes sealjuures arvesse öiseid ärkvelolekuid.

4. TULEMUSED

4.1 Töövõime

Uuringus osalenud triatleet lõpetas 10-päevase rahvusvahelise maailmakarikaetapi teise kohaga läbides kogu võistluse ajaga 108:48:58. Keskmine aeg ühe täispika triatloni läbimiseks oli 10:47:27 (Tabel 2). Kõige kiiremini läbiti neljanda võistluspäeva distants ning kõige aeglasemalt kaheksas võistluspäev, mis oli ka ainuke päev, mil aeg läks üle 11 h.

Tabel 2. Täispika triatloni läbimise ajad päevade kaupa

| Võistlus-päev | Ujumine h:min:sek | Ratas h:min:sek | Jooks h:min:sek | Kokku pausidega h:min:sek |
|---------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| 1. | 1:06:30 | 5:37:00 | 3:46:37 | 10:38:12 |
| 2. | 1:09:00 | 5:46:40 | 3:43:35 | 10:48:35 |
| 3. | 1:08:40 | 5:48:30 | 3:46:54 | 10:51:54 |
| 4. | 1:09:00 | 5:41:20 | 3:38:59 | 10:36:19 |
| 5. | 1:09:20 | 5:43:25 | 3:49:09 | 10:48:14 |
| 6. | 1:08:50 | 5:56:00 | 3:48:50 | 10:59:20 |
| 7. | 1:09:15 | 5:47:35 | 3:48:44 | 10:53:44 |
| 8. | 1:09:40 | 6:11:25 | 3:59:58 | 11:38:58 |
| 9. | 1:08:40 | 5:47:30 | 3:37:18 | 10:49:08 |
| 10. | 1:06:00 | 5:51:35 | 3:30:04 | 10:44:29 |
| keskmine | 1:08:30 | 5:49:06 | 3:45:01 | 10:47:27 |

Sportlase töövõimes toimunud muutuseid hinnati VO₂peak testide abil. Tabelis 3 on välja toodud 6 päeva enne ja 7 päeva pärast kümnekordse Ironman triatlonivõistluse läbimist sooritatud töövõime testi tulemused. Nädal pärast ultratriatloni läbimist suutis sportlane tõusvate koormustega testil vändata 24 sek kauem kui enne võistlust. VO₂peak näitaja oli sealjuures tõusnud 6 ml·min⁻¹·kg⁻¹.

Tabel 3. VO₂peak testid 6 päeva enne ja 7 päeva pärast Deca Ironman võistlust

| Parameeter | Enne | Pärast |
|--|-------|--------|
| max vatid (W) | 450 | 450 |
| testi aeg (min:sek) | 21:38 | 22:02 |
| VO ₂ peak väärtus (ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹) | 62 | 68 |
| VO ₂ peak väärtus (l·min ⁻¹) | 4,7 | 5,2 |
| VE max (l·min ⁻¹) | 204 | 217 |

VO₂peak – tipp hapnikutarbimine; VE – minuti ventilatsioon

4.2 Keha koostis

Sportlase kehamass oli nädal pärast kümnekordse Ironman triatloni läbimist ~ 700 g raskem, aga keha rasvaprotsent oli seevastu langenud 0,8% võrreldes võistluseelse mõõtmisega (Tabel 4).

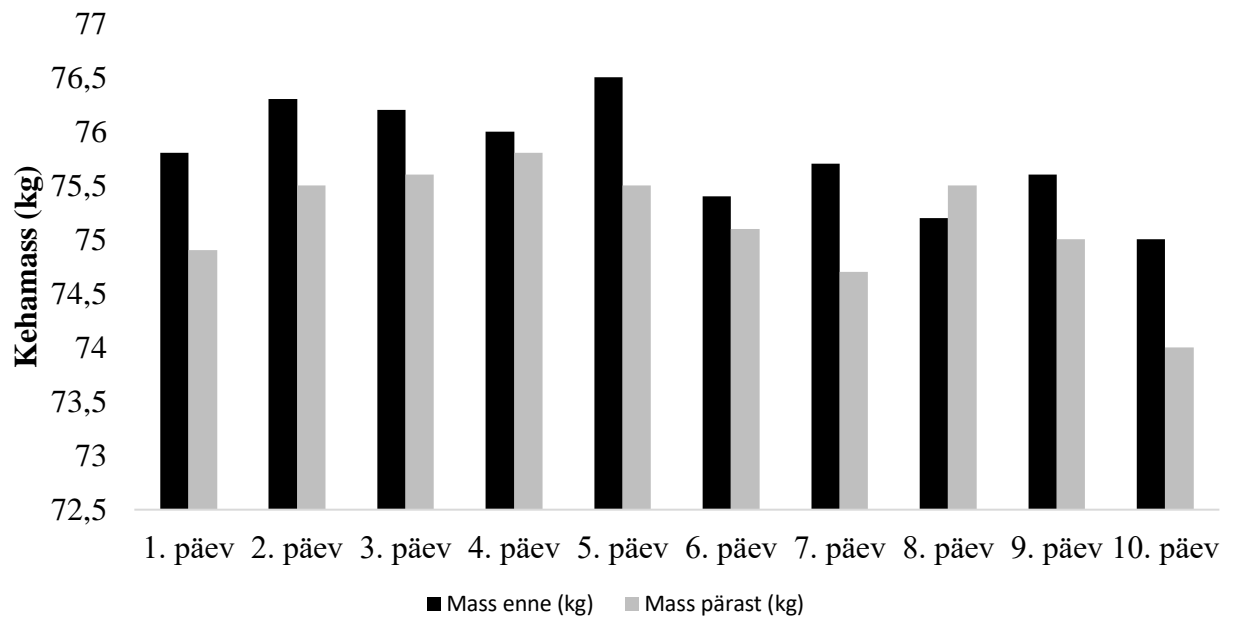
Tabel 4. Keha koostis 6 päeva enne ja 7 päeva pärast Deca Ironman võistlust

| Parameeter | Enne | Pärast |
|--------------------------|------|--------|
| Kehamass (kg) | 74,1 | 74,8 |
| BMC (kg) | 3,6 | 3,6 |
| Keha rasva mass (kg) | 10,2 | 9,6 |
| Keha rasvavaba mass (kg) | 60,4 | 61,6 |
| Rasvaprotsent (%) | 13,7 | 12,9 |

BMC – luu mass

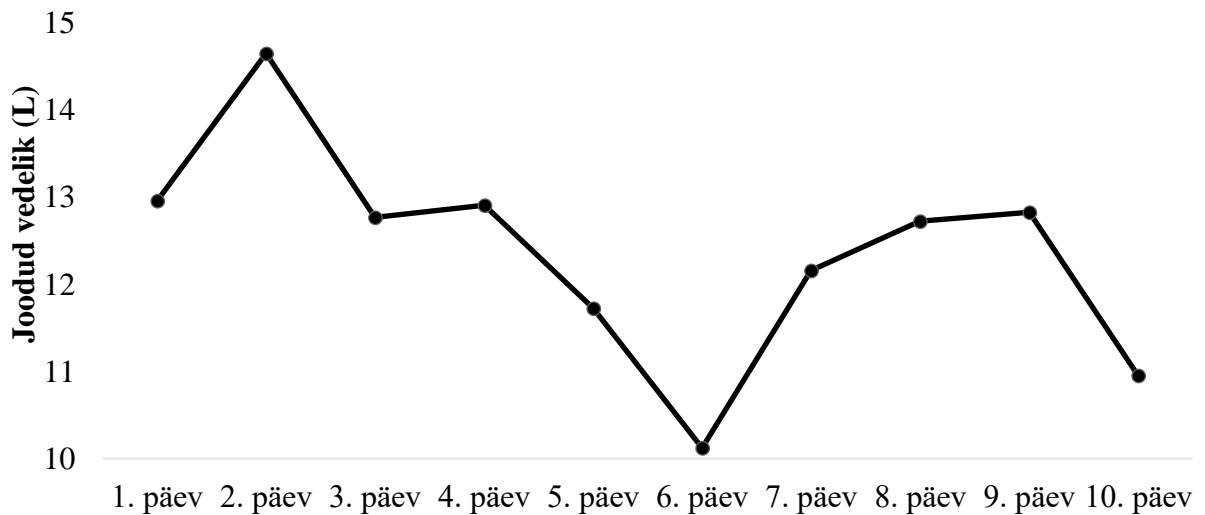
4.3 Kehamass ja veestaatus

Hommikuti, enne võistluspäeva mõõdetud kehamassi tulemused jäid vahemikku 75-76,5 kg, olles kõige kõrgem viienda võistluspäeva hommikul ja kõige madalam viimasel, kümnenda võistluspäeva hommikul (Joonis 1). Keskmiselt oli võistluseelne kehamass 0,6 kg võrra kõrgem võrreldes võistlusjärgsega. Ainult kaheksandal võistluspäeval oli kehamass võistlusjärgselt suurem (75,5 kg) võrreldes hommikuse näitaja (75,2 kg).



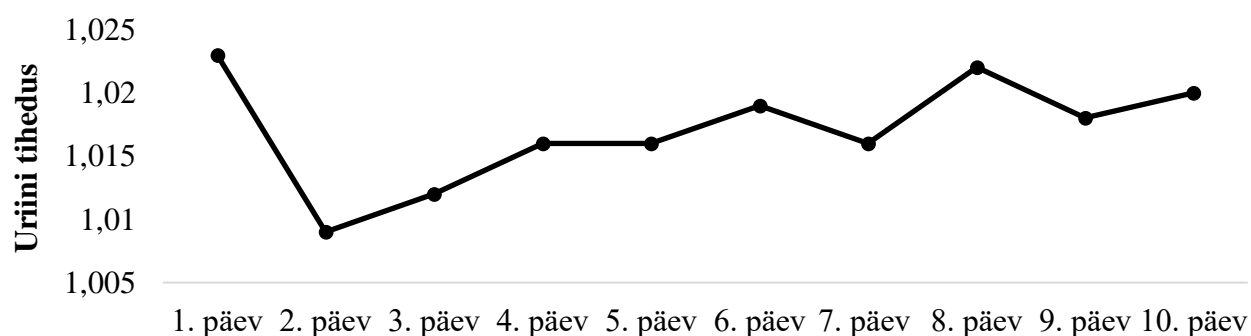
Joonis 1. Kehamass enne ja pärast võistluspäevi.

Võistluspäevadel tarbitud vedeliku kogused varieerusid 10,1 L kuuendal päeval kuni 14,6 L teisel päeval (Joonis 2). Vähenev tarbitud vedeliku kogus alates viiendast päevast oli põhjuseks, miks vaadeldud sportlasel esines kergekujuline dehüdratsioon.



Joonis 2. Võistluspäevade lõikes tarbitud vedeliku kogused liitrites (L).

Keskmine uriinitihedus kümne võistluspäeva hommikul oli 1,017 (Joonis 3). Kõige suurem uriini tihedus mõõdeti esimese päeva hommikul (1,023) ning kõige väiksem uriini tihedus teise võistluspäeva hommikul (1,009).



Joonis 3. Urini tihedus võistluspäevade hommikul.

4.4 Energiatasakaal

Energiakulu oli kõige suurem jalgrattasõidul, mis kestis ka ajaliselt kõige kauem (Tabel 5). Kõige väiksema energiakuluga oli ujumine, mille läbimiseks kulus ka kõige vähem aega. Kogu päevane energiakulu oli kõige suurem esimesel võistluspäeval, seejärel ilmnis energiakulu langus järgnevatel päevadel. Keskmine toidu ja joogiga tarbitud energia võistluspäevade lõikes oli 8913 kcal.

Tabel 5. Energiakulu ja tarbitud energia võistluspäevade lõikes

| Võistlu-päev | RMR (kcal) | Ujumine (kcal) | Ratas (kcal) | Jooks (kcal) | Energiakulu kokku (kcal) | Tarbitud energia (kcal) |
|--------------|------------|----------------|--------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| 1. | 2127 | 1020 | 3182 | 2187 | 8516 | 9110 |
| 2. | 2127 | 754 | 2625 | 2142 | 7648 | 10 000 |
| 3. | 2127 | 771 | 2588 | 2070 | 7556 | 7690 |
| 4. | 2127 | 702 | 2383 | 1925 | 7137 | 7920 |
| 5. | 2127 | 635 | 2102 | 1623 | 6487 | 8630 |
| 6. | 2127 | 629 | 2273 | 1685 | 6714 | 9920 |
| 7. | 2127 | 605 | 2117 | 1608 | 6457 | 9700 |
| 8. | 2127 | 605 | 2085 | 1667 | 6484 | 9250 |
| 9. | 2127 | 577 | 2017 | 1694 | 6415 | 8240 |
| 10. | 2127 | 619 | 2069 | 1771 | 6586 | 8670 |
| kokku | | | | | 70000 | 89130 |

RMR– ainevahetuse põhikäive; kcal – kilokalor

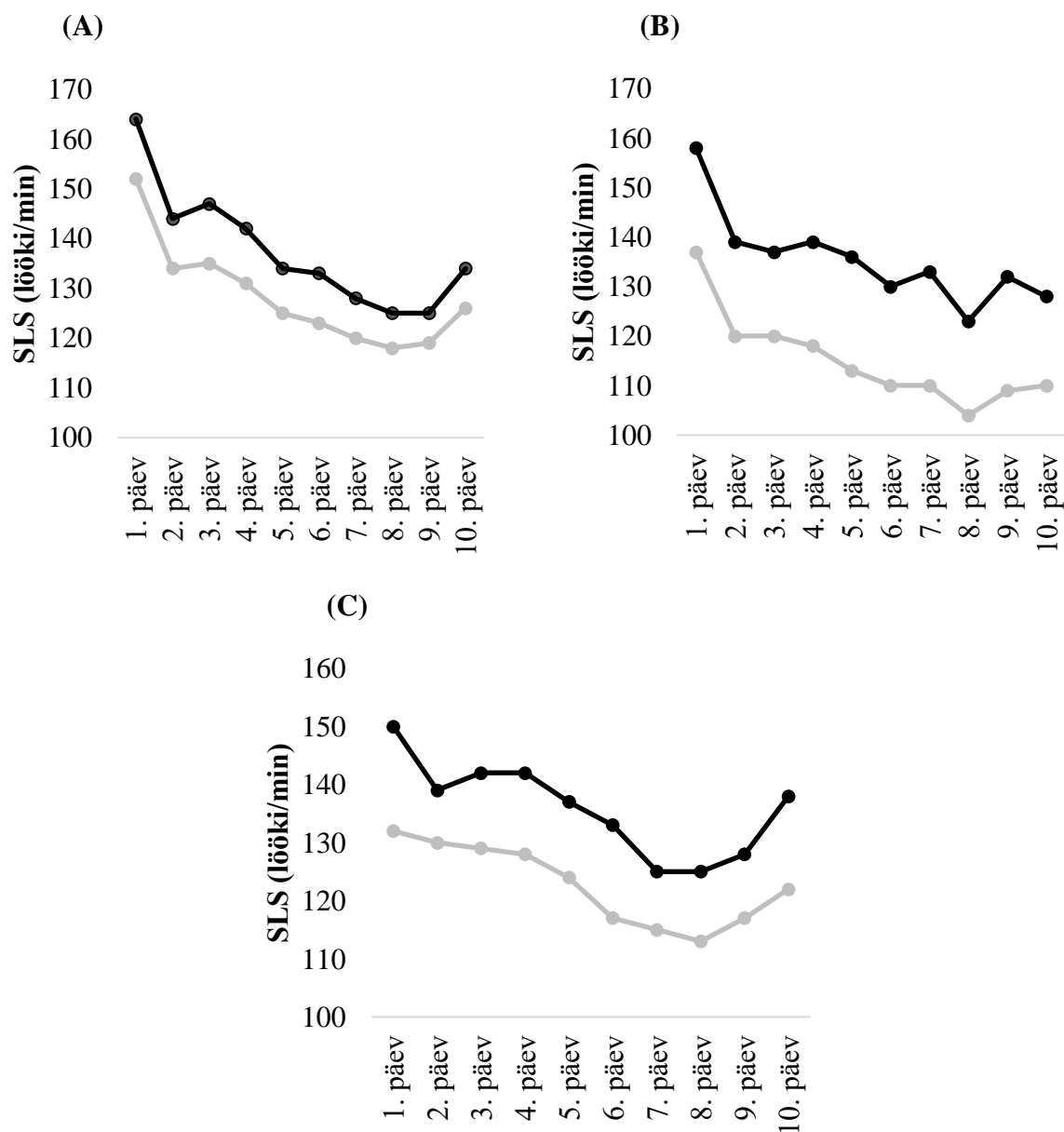
Peamine energia võistluspäevadel tuli süsivesikute tarbimisest, mis moodustas keskmiselt 63,4% kogu päevasest energiast. Järgnesid rasvad, mis moodustasid keskmiselt 24,8% kogu päevasest energiast. Kõige väiksema osakaaluga oli valkudest saadud energia, mis moodustas keskmiselt 8,6% kogu päevasest energiast.

Tabel 6. Makrotoitainete osakaal võistluspäevade lõikes

| Võistlus- päev | Süsivesikud (g) | Osakaal päevasest energiast % | Rasvad (g) | Osakaal päevasest energiast % | Valgud (g) | Osakaal päevasest energiast % |
|-------------------|--------------------|--|---------------|--|---------------|--|
| 1. | 1690 | 73,5 | 195 | 19,1 | 171 | 7,4 |
| 2. | 1810 | 71,7 | 208 | 18,5 | 248 | 9,8 |
| 3. | 1370 | 71,1 | 182 | 21,2 | 150 | 7,7 |
| 4. | 1370 | 68,5 | 216 | 24,3 | 146 | 7,3 |
| 5. | 1440 | 66,3 | 247 | 25,6 | 177 | 8,2 |
| 6. | 1580 | 63,4 | 323 | 29,2 | 185 | 7,4 |
| 7. | 1520 | 62,1 | 304 | 28,0 | 240 | 9,8 |
| 8. | 1550 | 66,7 | 235 | 22,8 | 227 | 9,8 |
| 9. | 1230 | 59,3 | 277 | 30,0 | 207 | 9,9 |
| 10. | 1330 | 61,6 | 285 | 29,7 | 187 | 8,7 |
| Kokku | 14890 | | 2472 | | 1938 | |

4.5 Südame löögisageduse dünaamika

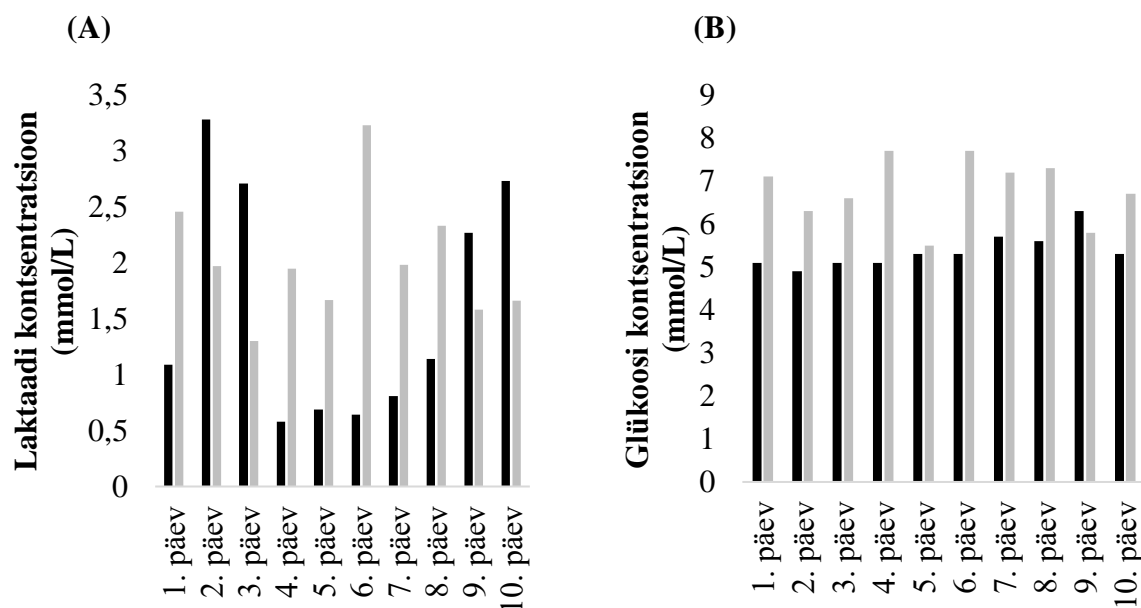
Joonisel 4 on esitletud keskmine ning maksimaalne SLS ujumises (A), rattasõidus (B) ning jooksus (C). Kõrgeimad SLS näidud ilmneshid ujumise faasis. Kogu võistluse keskmine SLS ujumise faasis oli 11% kõrgem rattasõidu keskmisest SLS ja 4% kõrgem jooksu osa keskmisest SLS.



Joonis 4. Keskmine (**hall joon**) ja maksimaalne (**must joon**) SLS ujumises (A), rattasõidus (B) ning jooksus (C)

4.6 Vere parameetrid – laktaat ja glükoos

Joonisel 5 on esitletud võistluseelsed ja -järgsed laktaadi ning glükoosi kontsentratsiooni tasemed. Kui laktaadi tase oli võistluspäevade lõikes varieeruv, siis glükoosi tase oli üsna stabiilne.



Joonis 5. Laktaadi (A) ja glükoosi (B) kontsentratsioon enne (**must joon**) ning pärast (**hall joon**) võistlust

4.7 Vaatlusaluse poolt tajutud pingutus ja uneaeg

Sportlase poolt tajutud hinnang pingutusele tõusis kuni viienda võistluspäevani, misjärel muutusid hinnangud kõikuvamaks (Tabel 7). Hinnangu 19 – ülimalt raske, andis vaatlusalune kahel korral. Kõige suuremat pingutust nõudvaks päevaks oli 8. võistluspäev, mil sportlase hinnang pingutusele oli hommikul 16 (raske ja väga raske vahepeal) ning võistlusjärgselt 19. Kõige madalam hinnang tajutud pingutusele võistlusjärgselt oli 10. päeval. Öine uneaeg kümne võistluspäeva vältel oli keskmiselt 5:56 ning kõige lühem ööuni (2:30) oli esimese võistluspäeva järgselt.

Tabel 4. Tajutud pingutus

| | Enne võistlust | Pärast võistlust |
|----------|----------------|------------------|
| 1. päev | 7 | 15 |
| 2. päev | 11 | 15 |
| 3. päev | 12 | 16 |
| 4. päev | 12 | 16 |
| 5. päev | 15 | 18 |
| 6. päev | 14 | 14 |
| 7. päev | 15 | 19 |
| 8. päev | 16 | 19 |
| 9. päev | 14 | 14 |
| 10. päev | 14 | 12 |

5. ARUTELU

Uuringu eesmärgiks oli hinnata kümnekordse Ironman triatloni distantssi läbimise mõju sportlase kehakoostisele, aeroobsele töövõimele, vere biokeemilistele parameetritele ning südame löögisagedusele. Läbitud katsumus oli uuritava poolt tehtud väga tugeva sooritusena. Seda näitas ka kogu võistluse läbitud aeg, mis oli 108:48:53. Knechtle ja kolleegide (2008) poolt varasemalt läbi viidud uuringus lõpetas sportlane sama distantssi ultrakatsumuse 20 tundi aeglasemalt, ajaga 128:22:46. Antud uuringus osalenud sportlane oli enne katsumust väga heas füüsilises vormis. Seda tõestas ilmekalt VO_2peak näitaja, mis oli $62 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Seitse päeva pärast katsumust sooritatud töövõime test kuni suutlikuseni kestis ajaliselt kauem kui katsumusele eelnenud test. Samuti oli maksimaalne hapnikutarbimine tõusnud – $68 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Käesolevas uuringus vaadeldud sportlane kulutas keskmiselt 7000 kcal ühe Ironman distantssi läbimiseks ning tarbis 8913 kcal energiat ööpäevas. Kimber *et al.* (2002) näitas, et vaatlusalune kulutas keskmiselt veidi üle 10000 kcal ning tarbis veidi alla 4000 kcal ning ilmnes suur päevane energia puudjäak ~6000 kcal. Käesolevas uuringus osalenud sportlase energiakulu jäi vahemikku 6415 kcal üheksandal päeval kuni 8516 kcal esimesel päeval. Kuna tarbitud energiahulk jäi vahemikku 7690 kcal kuni 10000 kcal ja energiadefitsiiti ei ilmnenud. Knechtle ja kolleegid (2008) on välja toonud, et nende uuritaval vähenes kehamass 1 kg võrra pärast kümnel järjestikusel päeval Ironman võistluse sooritamist. Ultratriatloni puhul väheneb sportlasel peamiselt vaid keharasv ning sellest tulenevalt võib esineda ka kehamassi langus ultravastupidavuslikul võistlusel (Knechtle *et al.*, 2008). Käesolevas uuringus vaadeldaval sportlasel oli võistlusjärgne kehamass ~700 g võrra tõusnud võrreldes võistluseelse massiga. Küll aga rasva mass ja keha rasva protsent olid langenud. Ultratriatloni kontekstis on sportlaste päevane kulutatud energia hulk väga suur. Seetõttu on oluline, et triatleetide energiavajadus saaks rahuldatud erinevatest allikatest – sisaldades süsivesikuid, rasvu ja valke. Kui arvestada kogu ööpäevast toitumist, oli keskmiselt süsivesikuid üle 60% päevasest makrotoitainete kogusest. Beis ja kolleegid (2011) on välja toonud oma uuringus, et tiptasemel Etioopia pikamaajooksjatel võib süsivesikute sisaldus olla kuni 75% päevasest makrotoitainete kogusest. Tsintzas ja Williams (1998) on märkinud, et süsivesikud peavad olema peamiseks energiaallikaks ultra-aladel, et säilitada vere glükoositaset. Nad on väitnud, et süsivesikute manustamine vahetult enne pikaajalist kehalist tööd või selle ajal, aitab säilitada kõrgemat sooritusvõimet. Võistluspäevade edenedes suurenes järk-järgult ka rasvade osakaal päevasest energiast. Ultravastupidavusdistsantsidel, muutuvad rasvad üha olulisemaks energiaallikaks, kuna süsivesikute varud organismis on piiratud (Kreider, 1991). Kui üldiselt arvatakse, et

rasvad on energiaallikaks pikaajalisel madala intensiivsusega kehalisel tööl, siis Horowitz ja Klein (2000) on välja toonud, et isegi kõrge intensiivsusega kehalisel tööl (85% $\text{VO}_{2\text{max}}$) saadakse märkimisväärne kogus (25-30%) energiat rasvade oksüdatsiooni teel. Kuna antud uuringus toitus vaatlusalune lähtuvalt enda isiklikust soovist ja varasemast kogemusest, kujunes päevaseks valkude koguseks keskmiselt veidi alla 10%. Valkude vajadust ultratriatleetide jaoks on raske hinnata, kuna seda pole väga palju uuritud. Laursen ja Rhodes (2001) mainivad oma ülevaateuuringus, et ultratriatleetide valguvajadus võib sõltuda soorituse pikkusest ja intensiivsusest. Küll aga on Lindeman ja Hecker (1992) öelnud, et valkudest saadav energia muutub ultratriatleetide jaoks olulisemaks kui glükogeeni varud organismis ammenduvad.

10 järjestikuse Ironman triatloni sooritamisel on väga oluline roll vedeliku tasakaalul. Vaadeldud sportlane tarbis 10 võistluspäeva jooksul keskmiselt 12,3 liitrit vedelikku. Suurim tarbitud kogus oli teise päeva 14,6 liitrit ja minimaalne kogus kuuenda päeva 10,1 liitrit. Knechtle ja kolleegide (2008) uuritav tarbis keskmiselt 11,3 liitrit vedelikke. Suurim tarbitud kogus oli viienda päeva 15,4 liitrit ning minimaalne kogus kümnenda päeva 7,6 liitrit. Käesolevas uuringus osalenud sportlase jaoks oli kõige keerulisemaks väljakutseks läbida kaheksas võistluspäev. See võis olla tingitud asjaolust, et alates viiendast päevast vähenes märgatavalt tarbitud vedeliku koguhulk. Seetõttu ilmnnes ka kaheksandal võistluspäeval oluline dehüdratsioon. Veestaatus uuritava organismis määrati uriini tiheduse (USG) põhjal. Jälgitud ultrasportlase puhul jäi USG väärtus 1,009 (teine päev) kuni 1,023 (esimene päev) vahele. Esimese päeva oluline dehüdratsioon võis olla tingitud reisimisest võistluspaika, mille käigus ei pööratud piisavat tähelepanu vedeliku tarbimisele. Järgnevate päevade uriini tihedus oli vahemikus 1,016 kuni 1,022. Seega, olenevalt tarbitud vedeliku kogusest, esines uuritaval sportlasel dehüdratsioon või jäi napilt alla dehüdratsiooni piirväärtust (National Collegiate Athletic Association, 1999). Knechtle ja kolleegide (2009) uuritava sportlase USG väärtus enne ja pärast võistluspäevi oli vahemikus 1,020 kuni 1,025 ning 48 tundi pärast võistluse lõpetamist oli USG väärtus 1,010. Seega esines antud sportlasele oluline dehüdratsioon kogu võistluse vältel.

Käesolevast uuringust ilmnnes, et triatloni distsipliinide puhul on kõrgeimad SLS näidud ujumise osas. Kui kümne päevase võistluse ujumisfaasi keskmine SLS oli 128, siis rattasõidus oli vastav väärtus 115 ning jooksus 123. Võrreldes ujumist rattasõidu ja jooksuga, on kõrgemad nii keskmised kui ka maksimaalsed SLS. See võib olla tingitud asjaolust, et ujumise faas on triatloni distsipliinidest ajaliselt kõige kiiremini läbitav ning seetõttu on distantsti läbimise intensiivsus ujumises kõrgem. Samasugused tulemused ilmnesisid ka Barrero ja kolleegide (2014) uuringus. Mainitud uuringus oli ujumise keskmine SLS 149, rattasõidus 137

ning jooksus 136. Meie uuringu puhul sai täheldada SLS lineaarset vähenemist võistluspäevade edenedes. O'Toole ja Douglas (1995) on väitnud, et ultratriatloni ajal on SLS vähenemine väga spetsiifiline südame-veresoonkonna funktsioon, mida mõjutavad mitmed tegurid – substraatide ammendumine, vedeliku ja elektrolüütide tasakaalu häired, muutunud lihaste efektiivsus, termoregulatsiooni probleemid, südamelihase väsimus ning psühholoogilised tegurid. Vähese mõjuga südame löögisagedusele on keskkonnategurid, näiteks ilmastik ja kõrgus merepinnast, kuna need on kõigi sportlaste jaoks ühesugused (Neumayr *et al.*, 2004).

Kapillaarverest määratud laktaadi tase oli võistluspäevade lõikes suhteliselt varieeruv, jäädes enne võistlust vahemikku 0,6 kuni 3,28 mmol·L⁻¹ ning pärast võistlust 1,30 kuni 3,23 mmol·L⁻¹. Ultrasordi eripärast tulenevalt ei küündi laktaadi tase kõrgemale, kuna sooritus ei ole niivõrd intensiivne.

Vaadeldud sportlase glükoosi tase oli pigem stabiilne, jäädes enne võistlust vahemikku 4,9 kuni 6,3 mmol·L⁻¹ ning pärast võistlust 5,5 kuni 7,7 mmol·L⁻¹. Üldiselt püsis glükoositase soovitatud piirväärtustes, kuna vaadeldud sportlane jälgis väga tähelepanelikult mida ja millal ta sööb või joob. Knechtle ja kolleegid (2014) on kirjutanud, et glükoosi väärtus võiks jääda vahemikku 3,9 – 6,1 mmol·L⁻¹. Küll aga ilmnes nende uuritava glükoosinäit väärtuses 8,3 mmol·L⁻¹. Mõlema uuringu puhul võisid kõrgemad glükoosi näidud pärast võistlust olla tingitud asjaolust, et vaatlusalune tarbis midagi magusat enne viimasele jooksuringile minekut ning seeläbi ka tõusis glükoosi tase.

Käesolevast uuringus hindas sportlane pingutust järjest tugevamaks. Sarnased tulemused on ka ilmnenu varasemates uuringutes (Utter *et al.*, 2003; Parry *et al.*, 2011). Kaheksanda võistluspäeva kõrgem skoor tajutud väsimuse hinnangule võis tuleneda sellest, et alates viiendast päevast vähenes vedelikutarbimine ning seetõttu oli organism dehüdreerunud seisundis samuti ka sellest, et pikkadest võistluspäevadest oli organism väsinud. Utter ja kolleegid (2003) viitavad oma töös varasemale uuringule, milles väidetakse, et vedeliku puudus organismis võib kaasa tuua organismi temperatuuritõusu, mis omakorda on seotud tajutava väsimusega (Farrell *et al.*, 1982).

6. JÄRELDUSED

1. Antud uuringu raames jälgitud ultratriatleedi aeroobne töövõime 7 päeva pärast võistlust oli taastunud sarnasele tasemele võrreldes võistluseelse olukorraga ning sportlane suutis pingutada testi käigus tugevamalt kui enne võistlust.
2. Kümnekordse Ironman distantsi läbimine järjestikustel päevadel põhjustas keha rasva massi languse ja keha rasvavaba massi tõusu.
3. Kümnekordse Ironman distantsi läbimisel järjestikustel päevadel suutis kogenud ultratriatleet hoida positiivset energiabilanssi.
4. Antud uuringus osalenud ultratriatleedi keskmine ja maksimaalne SLS oli kõrgem ujumise ajal võrreldes jalgrattasõidu ja jooksmisega.
5. Uuritava triatleedi laktaadi kontsentratsioon enne ja pärast igat võistluspäeva varieerus, aga ei ületanud taset $3,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Seevastu glükoosi kontsentratsioon püsis suhteliselt stabiilsena.
6. Uuringus osalenu subjektiivne hinnang tajutud pingutusele tõusis kuni viienda võistluspäevani, misjärel muutus pingutuse tajumine kõikuvamaks.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Barrero A, Chaverri D, Erola P, Iglesias X, Rodriguez FA. Intensity profile during an ultra-endurance triathlon in relation to testing and performance. *Int J Sports Med* 2014; 35: 1170-1178.
2. Beis LY, Wilkomm L, Ross R, Bekele Z, Wolde B, et al. Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners. *J Int Soc Sports Nutr* 2011; 8: 1-7.
3. Bircher S, Enggist A, Jehle T, Knechtle B. Effects of an extreme endurance race on energy balance and body composition - A case study. *J Sci Med Sport* 2006; 5: 154-162.
4. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics; 1998.
5. Brouns F, Saris W, Stroecken J, Beckers E, Thijssen R et al. Eating, drinking, and cycling. A controlled Tour de France simulation study, part 1. *Int J Sports Med* 1989; 10: 32-40.
6. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: A systematic review. *J Am Diet Assoc* 2006; 106: 881-903.
7. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev* 1995; 23: 25-63.
8. Dallam GM, Jonas S, Miller TK. Medical considerations in triathlon competition: recommendations for triathlon organisers, competitors and coaches. *Sports med* 2005; 35: 143-161.
9. Dengel DR, Flynn MG, Costill DL, Kirwan JP. Determinants of success during triathlon competition. *Res Q Exerc Sport* 1989; 60: 234-238.
10. Desbrow B, Barrett CM, Minahan CL, Grant GD, Leveritt MD. Caffeine, cycling performance and exogenous CHO oxidation : A dose – response study. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 1782-1789.
11. Farrell PA, Gates WK, Maksud MG, Morgan WP. Increases in plasma beta-endorphin/beta-lipotropin immunoreactivity after treadmill running in humans. *J Appl Physiol* 1982; 52: 1245-1249.
12. Garland H. Relation of effort-performance expectancy to performance in goal-setting experiments. *J Appl Psychol* 1984; 69: 79-84.
13. Gilinsky N, Hawkins KR, Tokar TN, Cooper JA. Predictive variables for half-Ironman triathlon performance. *J Sci Med Sport* 2014; 17: 300-305.

14. Hamilton MT, Gonzales-Alonso J, Montain SJ, Coyle EF. Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J Appl Physiol* 1991; 77: 871-877.
15. Herbst L, Knechtle B, Lopez CL, Andonie JL, Fraire OS, et al. Pacing strategy and change in body composition during a Deca iron triathlon. *Chin J Physiol* 2011; 54: 255-263.
16. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 559-563.
17. Jeffery S, Knechtle B, Rüst CA, Knechtle P, Rosemann T, et al. European dominance in triple Iron ultra-triathlons from 1988 to 2011. *JSC* 2012; 1: 30-38.
18. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Med* 1998; 26: 1-16.
19. Kimber NE, Ross J, Mason S, Speedy DB. Energy balance during an Ironman triathlon in male and female triathletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002; 12: 47-62.
20. Knechtle B, Rosemann T, Lepers R, Rüst CA. A comparison of performance of Deca Iron and Triple Deca Iron ultra-triathletes. *Springerplus* 2014; 3: 1-13.
21. Knechtle B, Knechtle P, Andonie JL, Kohler G. Body composition, energy, and fluid turnover in a five-day multistage ultratriathlon: a case study. *Res Sports Med.* 2009; 17: 104-120.
22. Knechtle B, Zingg MA, Rosemann T, Stiefel M, Rüst CA. What predicts performance in ultra-triathlon races? A comparison between Ironman distance triathlon and ultra-triathlon. *Open Access J Sports Med* 2015; 6: 149-159.
23. Knechtle B, Salas Fraire O, Andonie JL, Kohler G. Effect of a multistage ultra-endurance triathlon on body composition: World challenge Deca Iron Triathlon 2006. *Br J Sports Med* 2008; 42: 121-125.
24. Knechtle B, Enggist A, Jehle, T. Energy turnover at the Race Across America (RAAM) - A case report. *Int J Sports Med* 2005; 26: 499-503.
25. Kreider RB. Physiological considerations of ultraendurance performance. *ISSN* 1991; 1: 3-27.
26. Krogh A, Lindhard J. The relative value of fat and carbohydrate as sources of muscular energy: With appendices on the correlation between standard metabolism and the respiratory quotient during rest and work. *Biochem J* 1920; 14: 290-363.
27. Laursen PB, Rhodes EC. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Sports med* 2001; 31: 195-209.
28. Lepers R, Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Analysis of ultra-triathlon

- performances. *Open Access J Sports Med* 2011; 2: 131-6.
29. Lepers R, Rosemann T, Rüst CA, Knechtle B, Lenherr R. From double Iron to double Deca Iron ultra-triathlon-a retrospective data analysis from 1985 to 2011. *JPES* 2012; 54: 55-67.
 30. Lindeman AK, Hecker AL. Eating for endurance or ultraendurance. *Phys Sportsmed* 1992; 20: 87-104.
 31. Maxcy J, Wicker P, Prinz J. Happiness as a reward for torture: is participation in a long-distance triathlon a rational choice? *J Sports Econom* 2019; 20: 177-197.
 32. National Collegiate Athletic Association. NCAA wrestling certification program. NCAA, Overland Park, Kansas, 1999.
 33. Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, Maurer A, Hoernagl H. Effect of ultramarathon cycling on the heart rate in elite cyclists. *Br J Sports Med* 2004; 38: 55-59.
 34. O'Toole ML, Douglas PS. Applied physiology on triathlon. *Sports med* 1995; 19: 251-267.
 35. Parry D, Chinnasamy D, Papadopoulou E, Noakes D, Micklewright D. Cognition and performance: anxiety, mood and perceived exertion among Ironman triathletes. *Br J Sports Med* 2011; 45: 1088-1094.
 36. Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med* 2001; 31: 701-715.
 37. Rüst C, Knechtle B, Knechtle P, Lepers R, Rosemann T, et al. European athletes dominate performances in Double Iron ultra-triathlons – a retrospective data analysis from 1985 to 2010. *Eur J Sport Sci* 2012; 14: 39-50.
 38. Tsintzas K, Williams C. Human muscle glycogen metabolism during exercise. Effect of carbohydrate supplementation. *Sports med* 1998; 25: 7-23.
 39. Utter AC, Kang J, Nieman DC, Vinci DM, McAnulty SR et al. Ratings of perceived exertion throughout an ultramarathon during carbohydrate ingestion. *Percept Mot Skills* 2003; 97: 175-184.
 40. Zaryski C, Smith DJ. Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Curr Sports Med Rep* 2005; 4: 165-170.
 41. Zhou S, Robson JS, King JM, Davie A. Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. *J Sport Med Phys Fit* 1997; 37: 122-130.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Martin Nelis

(sünnikuupäev: 03.09.1990)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Kümnekordse Ironman triatloni läbimise mõju sportlase keha koostisele, vere biokeemilistele parameetritele, aeroobsele töövõimele ja südame löögisagedusele – üksikjuhtumi uuring

mille juhendajad on Martin Mooses ja Silva Suvi

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 20.05.2019